

〈研究ノート〉

トヨタ生産方式における知識創造と生産技術 ——プレス金型の展開を事例として——¹⁾

村 瀬 眞 澄*

Knowledge creation and Production engineering
in the Toyota Production System
: Development of the press die as an example

MURASE Masumi

目 次

1. はじめに
2. トヨタ生産方式における製造技術・生産技術, 生産技術の歴史的変化
3. プレス金型に注目する理由
4. 知識創造における生産技術の存在意義
5. プレス金型における事例
6. 知識創造と生産技術の発展
7. おわりに

Abstract

This is a study of the Toyota Production System in aspect of production engineering. The main focus of this article is to clearly discuss the historical development of the Toyota Production System.

キーワード：トヨタ生産方式, 知識創造, 生産技術, プレス金型, 技術経営

Key Words : TPS , knowledge create , production engineering , press die , MOT

1) 本研究は, 経営史学会第42回全国大会 (若手セッション) で発表された内容に加筆, 修正を加えたものである。

*大阪産業大学大学院経営・流通学研究科 博士後期課程

1. はじめに

本研究の目的は、リーン生産方式として認知されているトヨタ生産方式 (Toyota Production System : TPS) の発展の歴史を生産技術の面より研究したものである。

トヨタ自動車およびトヨタ生産方式の研究は多くの研究者によってなされ、それらの諸研究はトヨタ生産方式の研究からトヨタ自動車という企業の研究へ展開し、さらにトヨタ自動車の企業グループの研究へと拡大していった。また、生産システム論や技術経営論からのアプローチによる製品開発や生産管理の諸研究もおこなわれている。したがって、あらためて生産技術の認識、位置づけについての検証をする必要があると考えられる。

はじめに生産技術の認識について検証する。トヨタ生産方式の体系化に貢献された²⁾小川 [1994] では、生産技術はトヨタ生産方式のマネジメント手法の革新的変化・漸進的变化のなかの1つとしている³⁾。藤本 [2003] は、日本的生産システムの特徴として、製品開発・生産・購買の3つの組織を示し、生産技術は製品開発に含まれているとされる⁴⁾。日本能率協会編/門田安弘 [1986] と日本能率コンサルティング生産技術管理研究会編 [1999] では、生産技術は固有技術、製造技術は管理技術として分類している^{5), 6)}。日野 [2002] は、トヨタ自動車の経営の研究のなかで現在の生産技術の存在と役割を、トヨタの製品の品質・見栄え・信頼性・コストなどを製造技術で実現し、具体化してきた一翼であり極めて重要な位置づけをされてきたとしている。その位置づけは、製品技術の研究と同等であるともしている⁷⁾。その一方、トヨタ自動車および関係者の認識はトヨタ生産方式の生み親である大野 [1978] [2001] は、生産技術と製造技術 (現場技術) の違いを認識していたことを示している^{8), 9)}。トヨタ自動車 [1987] は、生産技術の変遷を資料集にはじめて掲載をしている¹⁰⁾。

では、諸研究の成果にもかかわらず、見解の差がこのようにあらわれてしまった原因は

2) トヨタ自動車 [2001] pp.392-393。

3) 小川 [1994] pp.13-14, 225。

4) 藤本 [2003] pp.120-122。

5) 日本能率協会編/門田 [1986] pp.7-8頁。

6) 日本能率コンサルティング生産技術管理研究会編 [1999] pp.3-29。

7) 日野 [2002] pp.198-243。

8) 大野 [1978] pp.28。

9) 大野 [2001] pp.195-199。

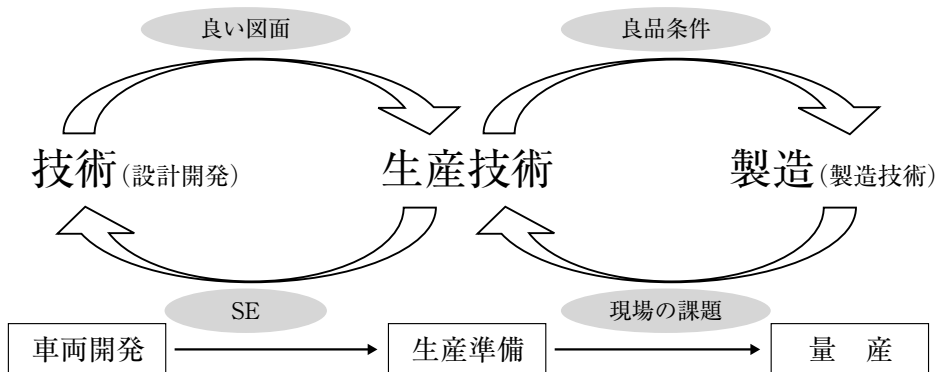
10) トヨタ自動車 [1987] pp.108-129。

なぜであろうか。佐武 [1998] は、その原因である見解は2つに分かれるとしている。1つ目は、経済環境の変化に対応してトヨタ生産方式は変容・進化しているという見解。2つ目は、生産技術の役割が増加し、製造技術の重要性が相対的に低下したことによりトヨタ生産方式は有効性を失いつつあるという見解である。さらに、トヨタ生産方式の本質を見極めるためには生産技術と製造技術の区別が重要な点であるが、原トヨタ生産方式は製造技術に属するものであり、生産技術に属するものではないとしている。しかし、このことはトヨタ生産方式を特徴づける性格であり強さにもなれば状況次第では制約・限界になるということも示している¹¹⁾。下川／藤本 [2001] では、元トヨタ自動車副社長の楠兼敬への聞き取り調査の文献にて生産技術の技術進歩の見えはじめた時期を1955から70年代としている¹²⁾。

これらの諸研究の見解が分かれた原因は、生産技術の認識が不十分であり、かつその定義ができず位置づけが不明瞭になっていたということである。それは、生産技術は歴史的にその位置づけを変化させていたため、経営史においてもトヨタ生産方式を含めたトヨタ自動車の研究のなかで十分認識されなかったと考えられる。

本研究ではリーン生産方式として認知されているトヨタ生産方式の優位性は、設計開発・生産技術・製造技術の3つの基本組織から構成されていると考えている。この考察の方法は、図1-1に示すようにトヨタ自動車でも各部門の関係における組織を技術(設計開発)・生産技術・製造(製造技術)としている¹³⁾ことが明らかになっており、正しい分析のアプローチであると考えられる。

図1-1 各部門の関係



出所：井川正治 [2006] を参考にし、筆者作成。

11) 佐武 [1998] pp.1-30, pp.147-148。

12) 下川，藤本 [2001] pp.113。

13) 井川 [2006]

このように本研究では、トヨタ生産方式における基本組織を明確にすることによって、生産技術の位置づけを明確におこない、生産技術の存在意義を知識創造と生産技術の歴史的発展の事例の研究をすることによって明らかにしていきたい。

2. トヨタ生産方式における製造技術・生産技術、生産技術の歴史

1) 製造技術と生産技術

技術という言葉は、一般的に広く使われている。しかし、その技術の意味するところは生産技術や製造技術、製品技術など多岐にわたって存在している。そのため、本研究における重要なキーワードである生産技術と製造技術の定義をする。

この定義をこれまでの諸研究をまとめることによっておこなうと次のようになる。製造技術とは生産設備を十分稼働させる作業的技術を中心とした技術と定義する。また、生産技術は大量生産をするための生産システムを計画、開発する知識的技術を中心とした技術であると定義する。さらに、生産技術は設計開発と製造技術の双方の機能を十分に発揮させるための重要な技術であると位置づけられる。

2) トヨタ自動車の生産技術の歴史的変化

ここでは表2-1を参考にし、トヨタ自動車の生産技術の歴史的変化をみていくこととする。

表2-1より生産技術の現在に至るまでの歴史的展開における誕生・消滅・復活、さらに幾多の組織編成の変更の過程を経ていることがわかる。それらをまとめると次のようになる。①生産技術部の誕生と一時的消滅・復活（1950～60年代）、②生産技術部の細分化・名称の数値化（1970～80年代）、③2度の生産技術部の編成変更（1980中～1990年代）、④生産技術部の明確な名称変更・編成変更（2000年代）である。

この生産技術部の歴史的展開の特徴は、10年間を1つの節目として、その期間に2度程度の組織編成の変更がおこなわれているということである。この歴史的変化は時代・時流に適応し、質的变化をともなったものではないかと考えられるのである。

この時代による質的变化を組織的な流れと技術的な流れに注目し分析をおこなった。組織的な流れとは①生産技術への認識の変化、②トヨタ生産方式への融合、③人事・組織編成の変化などを項目とし、技術的な流れとは①生産加工技術の流れ、②自動車生産の変化と対応、③自動車技術の発展と競争などを項目とした。

組織的な流れの①生産技術への認識の変化とは、先の生産技術と製造技術の違いを述べ

表2-1 トヨタ自動車 生産技術年表

年代	トヨタ自動車の出来事	技術の流れ	生産技術部の歴史	生産技術部の成果
1930	トヨタ自動車工業設立 (1937)	手加工主体 (昭和20年代)		
1950	元町工場の建設 (1958)	設備近代化 (昭和30年代)	工機部を生産技術部と組織変更 (1958/2)	全工場全工程に技術者の展開 プレス金型などの制作期間の短縮
1960		量産化・自動化 (昭和40年代)	生産技術部より工機部の独立 生産技術部の一時的消滅 (1965頃)	
1970	堤工場の稼働 自動化 (1972) 新素材への対応 高張力鋼板の導入 (1973) 経営工学会 IE国際会議 (1977) トヨタ生産方式の研究発表	車両要求の多様化 (昭和50年代)	生産技術部の復活	各種金型の製作能力の強化 プレス金型の交換時間の短縮
1980	型製作のCAD/CAM化 (1980) 自工・自販合併 (1982) 生産ラインのフレキシブル化 (1985) 貞宝工場の稼働 (1986) 本格的な型製作のCAD/CAM化	フレキシブル化 (昭和60年代)	生産技術部の編成変更による細分化 生産技術部の再編成	各種の専門業務化 名称のデジタル化 (機密化) プレス部品の多様化への対応 生産設備の製作のコストダウン 第2生技部より第5生技部分離独立
1990			生産技術部の再々編成	プレス部品の各特性への対応 第2生技部より第8生技部分離独立
2000			生産技術部の名称変更 (2004)	名称の明確化 (明瞭化)

出所：以下の文献を参考にし、筆者作成

トヨタ自動車工業 [1958], [1967], [1978], トヨタ自動車 [1987] [2001]

たように、歴史的発展にともなって自動車メーカーとして必要とされる技術への認識の変化であり、②トヨタ生産方式への融合と③人事・組織編制の変化とは、生産技術部の誕生とそれに関わる人事や組織編成の変化により、現在に至るまでの生産技術とトヨタ生産方式との歴史的展開などに注目したものである。

技術的な流れの①生産加工技術の流れとは、プレス金型によるプレス成形をはじめとする塑性技術、さらに自動車用薄鋼板の進歩や自動車部品の多様化にともなうプレス金型の構造、設計・製作方法の発展であり、②自動車生産の変化と対応とは、自動車市場の拡大による部品の多様化やフレキシブル化などの生産形態の変化、排ガス規制などの時代ごとに求められる変化への対応であり、③自動車技術の発展と競争とは、ハイブリッド技術などの最先端の技術の量産化やコスト削減などの実現を目指した生産技術の対応と能力について注目したものである。

以上の分析により、トヨタ自動車の生産技術の歴史は技術導入期、技術模索期、技術均衡期、技術競争期と大きく4期に分けることができる。

第1に技術導入期は1930年代から1940年代前半であり、自動車製造事業法公布（1936年5月）や太平洋戦争勃発（1941年12月）、終戦（1945年8月）といった時代の流れであった。自動車部は1933年9月に豊田自動織機に設置され、シボレーの乗用車を分解し、現寸でスケッチをしながら自動車について学び、1937年8月にトヨタ自動車の前身であるトヨタ自動車工業が設立された。したがって、この時期の特色は自動車用薄鋼板についての知識も乏しいうえにプレス金型にいたっては知識と製作能力も不足していた。つまり、大きな意味で自動車を“つくる”ということが最大の使命であるため、管隆俊が自動車工業着手の根本的な方策とした製造工程及び生産設備を研究する¹⁴⁾ということからも、製造技術や生産技術の区別の必要のなかった時期といえるのである。

第2に技術模索期は1940年代後半から1970年代であり、ドッジライン（1949年3月）の影響を受け、トヨタ自動車販売がトヨタ自動車工業から分離独立した歴史的に大きな転換期と重なっている。また、トヨタ自動車はこの時期、さまざまな管理手法¹⁵⁾などを導入し1965年11月にデミング賞を受賞している。この技術模索期は、さらに生産技術模索期、生産技術萌芽期、生産技術融合期に分けることができる。

まず、生産技術模索期は1949年8月に大野耐一が合理化を推進し始めたころ、当時設置された生産技術部製造技術課（後、中央工具室）による集中研磨制度の採用であり、生産

14) トヨタ自動車工業 [1958] pp.31。

15) S Q C 導入（1949年）、T Q C 導入（1961年）、V A 導入（1962年）などである。

技術と製造技術の違いを認識していた人物であるからこそできたと考えられるのである。この生産技術模索期の終盤には、生産技術萌芽期への転機となる倣い型削り方式¹⁶⁾と新型スタンピングプレスによる高能率のプレスライン構成の研究¹⁷⁾がおこなわれていたのである。

つぎに生産技術萌芽期は、トヨタ自動車に1958年に生産技術部が誕生し、野口正秋が部長に就任することによりはじまったと考えられる。生産技術の開発が本格化し、プレス金型の製作能力の増強やクイック・ダイ・チェンジ方式など、さまざまな成果をあげることができた。しかし、萌芽期のためか、組織編成の変更の波にのまれ消滅¹⁸⁾してしまっていたが、堤工場（1970年12月操業開始）にあわせるかのように復活した。このころには、現在のトヨタ生産技術規格につながるプレス金型の諸元統一などの100項目にのぼる改善がおこなわれた。

そして生産技術融合期は、トヨタ生産方式に生産技術が適応し、融合化していき今日のトヨタ自動車の基盤をつくりあげた時期と考えられる。このはじまりは1973年の夏から生産技術部門一筋であった楠兼敬が生産管理部へ配属となり、大野のもとで3年間にもおよびトヨタ生産方式を学びはじめた時期であり、その後1974年の夏にはすべての生産技術をあわせて担当することになったのである。とくに1975年以降、生産技術は本格的にトヨタ生産方式と融合し一体化したとされている¹⁹⁾。

第3に技術均衡期は1980年代から1990年代中ごろであり、対米自動車輸出・年間168万台自主規制（1981年5月）や自工自販の合併によるトヨタ自動車の発足（1982年7月）などの出来事があった時期である。豊田英二も1980年代の初めごろにアメリカの自動車メーカーを完全に抜いたという実感をもち²⁰⁾、GMとのNUMMI（1984年12月操業開始）ではプレス金型をはじめとするプレス成形などの生産技術の優秀性が認められ、その技術移転の要請がなされたのである。

第4に技術競争期は1990年代後半から現在に至る時期であり、ハイブリッドカーのプリウスの発表（1997年10月）や世界的な環境問題への対応である京都議定書の発効（2005年2月）などこれまでとは違う時代の流れとなってきた。

その代表として、高張力鋼板への対応や事例として取り上げたパイプ液封成形技術やコ

16) 楠兼敬を中心としたプレス金型の製作方法の研究などが挙げられる。

17) 野口正秋を中心としたプレス工程の研究である。トヨタ自動車 [1987] pp.342-343。

18) トヨタ自動車では1961年、1964年、1965年、1966年、1967年におこなわれた組織変更により生産技術はさまざまな部署に統廃合された。

19) トヨタ自動車 [2001] pp.368-381。

20) 下川，藤本 [2001] pp.217。

ンパクトハイドロフォームの開発などがある。このような流れのなかで生産技術は自動車技術の発展にともなう量産の具体化や積極的な組織変更²¹⁾により、その位置づけと存在意義が重要なものとなってきたのである。

3. プレス金型に注目する理由

本研究においてプレス金型に注目をする理由は、プレス金型は基本的に試作開発プレス金型と量産プレス金型に分類でき、それらは生産技術により開発・設計や企画、構想がおこなわれ、製作されるというプロセスが存在するからである。

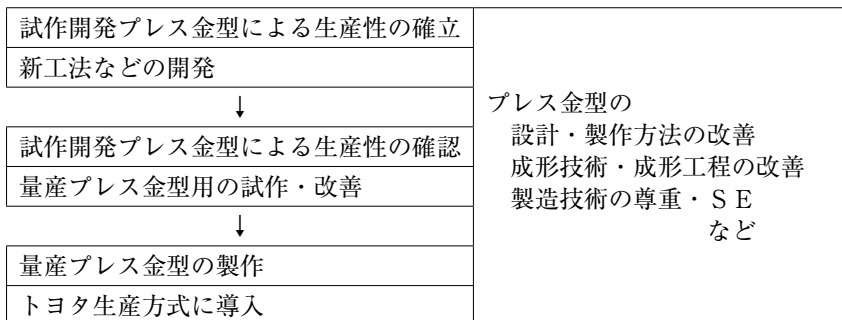
具体的には、1) 新工法などの開発を主たる目的とした試作開発プレス金型による生産性の確立、2) 量産プレス金型のための試作・改善を主たる目的とした試作開発プレス金型による生産性の確認、3) トヨタ生産方式に導入などを主な目的とした量産プレス金型の製作、というプロセスが存在するのである。

また、このプロセスには①連続性のある流れが存在し、②新工法の開発などのアナログ的な発想や、デジタル的なCAD/CAM/CAE、MCなどが存在し、③トヨタ生産方式は基本的に大量生産技術であるが、それに対してプレス金型は単品でありクラフト的生産技術である、ことが要素として存在しているということである。

プレス金型のプロセスには、設計・製作方法の改善や成形技術・成形工程の改善、製造技術の尊重、設計開発とのSEなどは、これらのプレス金型のプロセスを通じた共通の認識とされる。

これまでに述べた試作開発プレス金型から量産プレス金型への流れを図3-1に示すと以下ようになる。

図3-1 試作開発プレス金型から量産プレス金型への流れ



出所：筆者作成

21) トヨタ自動車では2002年、2004年、2006年と積極的な組織編成の変更がおこなわれた。

このようにプレス金型におけるプロセスと要素の接点、いわゆる調整または具体化の役割に生産技術の存在が重要な鍵を握っていると考えられるのである。

これまでに述べた生産技術の役割を、筆者は「生産技術による最高最適化」とあらわしている。この最高最適化とは、筆者のトヨタ自動車における生産技術の方々との仕事の経験からの造語であり、現時点における最高の技術を最高の状態で製造技術である工場に最高の適応を具体化させ、さらに将来への改善・改良への基盤となるようにすることを示している。

4. 知識創造における生産技術の存在意義

ここでは、さらに生産技術の存在意義を明確にするため、本研究における歴史的展開の分析の基礎として現在のトヨタ自動車と欧米自動車メーカーの比較を、知識創造プロセスを基盤にしておこなった。さらに、生産技術を大量生産技術とクラフト的生産技術の2つに分類することにより、生産技術の存在意義とその有効性を明らかなものにする試みをおこなった。

この知識創造プロセスによる分析は、野中／竹内 [1996]²²⁾ の4つの知識変換モードを基本におこなった。知識の変換とは暗黙知と形式知の相互作用のことであり²³⁾、具体的には知識は暗黙知 (tacit knowledge) と形式知 (explicit knowledge) があり、その知識の変換モードである共同化 (socialization)・表出化 (externalization)・連結化 (combination)・内面化 (internalization) によって展開されていくものである。

図4-1に知識創造プロセスの4つの変換モードを示す。

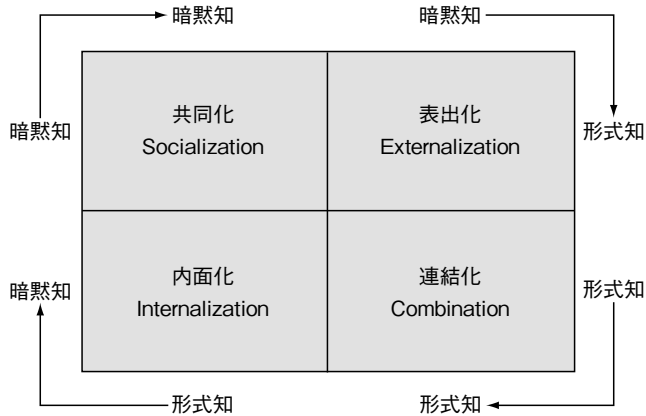
また、この分析において生産技術を大量生産技術とクラフト的生産技術と分類をした理由と、その定義について述べる。この分類と定義はマイケル・J・ピオリ／チャールズ・F・セーブル [1993]²⁴⁾ を参考におこなったものである。本研究における大量生産技術とは、トヨタ生産方式やフォード生産方式などの量産を目的とした生産システムを示すこととし、クラフト的生産技術とはプレス金型などの大量生産技術に必要な生産設備、すなわちオーダーメイドの単品ものを製作する生産システムを示すこととする。また、生産システムとした理由は、各々の生産技術の量産または製作工程は、ほぼ確立されシステムとなっているからである。

22) 野中, 竹内著, 梅本訳 [1996]。

23) 前掲邦訳 [1996] pp.91。

24) マイケル・J・ピオリ, チャールズ・F・セーブル著, 山之内, 永易, 石田訳 [1993]。

図4-1 4つの知識変換モード



出所：野中・竹内著，梅本訳 [1996] p. 93。

この知識創造による生産技術の存在意義の比較は1) 生産技術を中心としたトヨタ自動車における知識創造，2) トヨタ自動車工場内における知識創造，3) クラフト的生产技術における知識創造，4) 欧米自動車メーカーにおける知識創造の4つのパターンをおこなった。

1) 生産技術を中心としたトヨタ自動車における知識創造

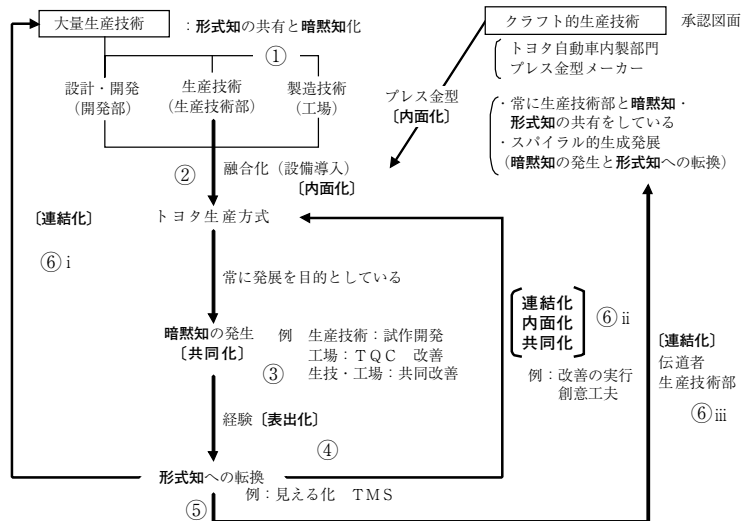
この知識創造では，トヨタ自動車における生産技術の役割をあきらかにできる。この知識創造において大量生産技術とクラフト的生产技術の構成は，大量生産技術であるトヨタ生産方式は設計開発・生産技術・製造技術を基本に構成され，クラフト的生产技術はトヨタ自動車の内製部門とプレス金型メーカーで構成されている。

図4-1に示されたトヨタ自動車における知識創造の生産技術の役割のプロセスについて述べる。①：大量生産技術であるトヨタ生産方式は3つの基本組織である設計開発・生産技術・製造技術で構成され，現在の生産システムであるトヨタ生産方式の暗黙知化と形式知の共有²⁵⁾がおこなわれている。②：暗黙知化と形式知の共有は設計開発，新規のプレス金型などの生産設備の開発に有効に活用され，新型車の生産時には新規のプレス金型は生産設備として暗黙知²⁶⁾が内面化された状態で製造技術である工場に導入される。③

25) この暗黙知化と形式知の共有とは，トヨタ生産技術規格などの規格規程やさまざまな条件の把握である。

26) この暗黙知の内面化は，⑥iiiの以降でありクラフト的生产技術における知識創造を経由しており新工法など含んだ進化している暗黙知である。

図 4-1 トヨタ自動車における生産技術の役割（知識創造）



出所：筆者作成

注：ゴシックの部分は生産技術部の役割を示す。

TMS: Toyota Manufacturing Standards (トヨタ生産技術規格, 通称「テムス」)

参考：野中, 竹内著, 梅本訳 [1996]。

マイケル・J・ピオリ, チャールズ・F・セーブル著, 山之内, 永島, 石田訳 [1993]。

暗黙知が内面化されたプレス金型を使用することにより, 不具合などの諸現象²⁷⁾を認識することにより生産技術と製造技術の間に内面化された暗黙知の共同化がおこなわれる。

④：トヨタ生産方式は現地現物主義に則って学習するという経験をし, それにより暗黙知が表出化²⁸⁾する。⑤：表出化した暗黙知は生産技術により, 標準規格などに明文化され形式知に転換される。その具体例としてトヨタ生産技術規格の改訂などがあげられる。⑥：

生産技術により形式知への転換がおこなわれた後のプロセスは3つ存在する。⑥ i：形式知の連結化がおこなわれ, 設計開発・生産技術・製造技術の形式知の共有と暗黙知化がおこなわれる。⑥ ii：製造技術である工場内でTQC・改善・創意工夫などにより, 製造技術

単独で連結化・内面化・共同化の一連のプロセスがおこなわれる。⑥ iii：クラフト的生産技術であるプレス金型メーカーへのプロセスであり, このとき生産技術は形式知の伝道者の役割を果たすことにより, 形式知がクラフト的生産技術と連結化されるのである。また,

プレス金型メーカーは応援者の派遣などにより生産技術と暗黙知と形式知の共有をお

27) この諸現象は新工法や新材料の採用によって生じるものであり, 悪い面では不具合, 良い面としては生産性の向上などがあげられる。

28) この暗黙知の表出化によって, 新工法や新材料の継続的採用や改善などの具体的な事項が明らかになる。

こない、独自の知識創造もおこなっている。この連結化によりクラフト的生産技術により製作されるプレス金型の図面を承認する生産技術の意図する暗黙知²⁹⁾と、クラフト的生産技術の知識創造による最高の技術が内面化された状態で承認図面をさらに有効に活用できトヨタ生産方式に導入することができるのである。

2) トヨタ自動車工場内における知識創造

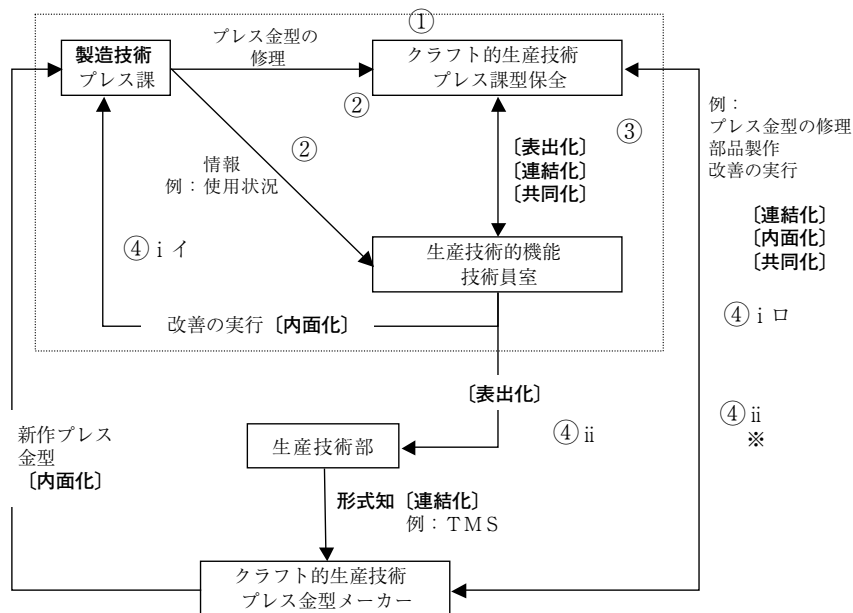
これまでのトヨタ生産方式は設計開発・生産技術・製造技術を3つの基本組織とし、知識創造について述べてきた。このトヨタ自動車工場内における知識創造では、製造技術である工場の組織構成を細分化する必要がある。その理由は、工場の組織で実際に製造技術をおこなう部署はプレス課である。このプレス課は、生産技術により製作されたプレス金型をはじめとする生産設備を使用して量産をおこなう部署である。また、工場にはプレス課型保全というクラフト的生産技術を担っている部署がある。この部署では、通常はプレス金型の定期点検などをおこなっているが、プレス課で使用され破損をしたり、改善要請のされたプレス金型の修理や改善もおこなっている。その技術として溶接技術や加工技術をもっており、いわゆるプレス金型メーカーを小さくしたような組織として存在している。そのほか、工場には技術員室といわれる生産技術的機能をもった部署も存在している。したがって、トヨタ自動車工場内における知識創造では、製造技術である工場の組織を製造技術としてプレス課、クラフト的生産技術としてプレス課型保全、生産技術的機能として技術員室を基本組織として考察する。そして、この基本組織を中心に生産技術とクラフト的生産技術のプレス金型メーカーを分析していく。この場合、クラフト的生産技術の1つとしていたトヨタ自動車の内製部門は、生産技術に属した状態となっている。この生産技術に属した状態とは、この場合の内製部門は、直接ではなく生産技術を通じての関係であるためである。

図4-2に示されたトヨタ生産方式における工場内知識創造について述べる。①：工場における基本組織は製造技術・クラフト的生産技術・生産技術的機能により構成される。②：製造技術によりクラフト的生産技術にはプレス金型の修理や改善の依頼がおこなわれ、その依頼内容は純然たる破損などの修理か、TQCや創意工夫などである。同時に生産技術的機能には、プレス金型などの生産設備の使用状況などの情報が伝えられる。③：クラフト的生産技術と生産技術的機能によりお互いの暗黙知³⁰⁾の共同化・表出化・連結化が

29) クラフト的生産技術における知識創造によるもので、承認図面方式にとって重要な暗黙知と考えられる。

30) プレス金型などの生産設備に内面化された暗黙知のことである。

図4-2 トヨタ生産方式における工場内知識創造



出所：筆者作成

注：ゴシックの部分は「形式知」「暗黙知」の変化

TMS: Toyota Manufacturing Standardsの略であり、トヨタ生産技術規格を示し、通称「テムス」という。

参考：野中、竹内著、梅本訳 [1996]。

マイケル・J・ピオリ、チャールズ・F・セーブル著、山之内、永島、石田訳 [1993]。

おこなわれる。④：ここからのプロセスは工場単独か、生産技術との連携によるものと分かれる。④ i：工場単独の場合は、イ：工場の基本組織である製造技術・クラフト的生产技術・生産技術的機能のみでおこなわれ、小規模な修理・改善³¹⁾といえる。ロ：クラフト的生产技術であるプレス金型メーカーと暗黙知の共同化・連結化・内面化をおこなうものであり、大規模な修理・改善といえる³²⁾。④ ii：生産技術との連携の場合は、生産技術的機能からの暗黙知の表出化により、それを生産技術によって形式知に転換されクラフト的生产技術に形式知の連結化がおこなわれ、次回の試作プレス金型に生かされる。すなわち、全社的な対応であるといえる。

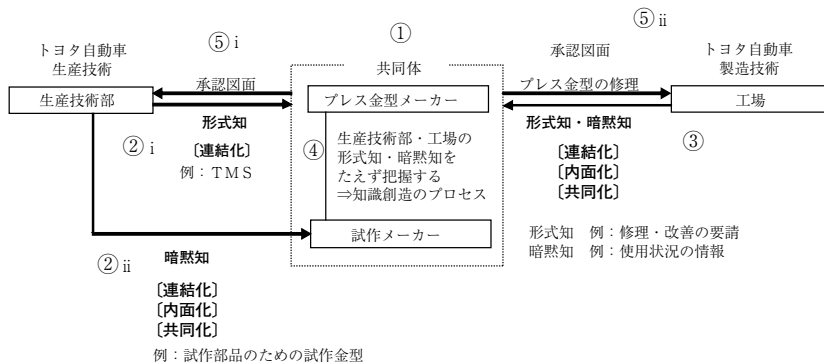
31) 創意工夫、改善などのことである。

32) クラフト的生产技術における知識創造を参考のこと。

3) クラフト的生産技術における知識創造

この知識創造におけるクラフト的生産技術は、プレス金型メーカーと試作メーカーの共同体であるということである³³⁾。試作メーカーはプレス金型メーカーの協力企業であり、トヨタ自動車から見るとプレス金型メーカーが1次(元請)となり、試作メーカーは2次という関係になる。この知識創造により、トヨタ自動車の生産技術とプレス金型メーカーの関係および展開の基盤の重要性、進化していく姿が明らかになると考えられる。

図4-3 クラフト的生産技術(プレス金型メーカー)における知識創造



出所：筆者作成

参考：野中，竹内著，梅本訳 [1996]。

マイケル・J・ピオリ，チャールズ・F・セーブル著，山之，永島，石田訳 [1993]。

注：プレス金型メーカーは試作メーカーを外注としている。

プレス金型メーカーが元請，試作メーカーは下請の関係である。

図4-3のクラフト的生産技術における知識創造について述べる。①クラフト的生産技術はプレス金型メーカーと試作メーカーの2つの基本組織により構成された共同体である。トヨタ生産方式における基本組織は生産技術と製造技術である。②：生産技術からクラフト的生産技術へのプロセスは2つ存在し，② i：生産技術により形式知にされたトヨタ生産技術規格などによる形式知の連結。② ii：将来的に必要な技術などの情報源としての試作プレス金型の製作による暗黙知の連結化・内面化・共同化である。③製造技術による暗黙知・形式知の同経路によるプロセスであり，暗黙知と形式知の連結化がおこなわれる。暗黙知はプレス金型の使用状況の情報であり，形式知はプレス金型の修理や改善であり正式な要請である。これらはクラフト的生産技術の知識創造に重要なものとなる。④：これはクラフト的生産技術の内部での知識創造の展開である。クラフト的生産技術は応援者の

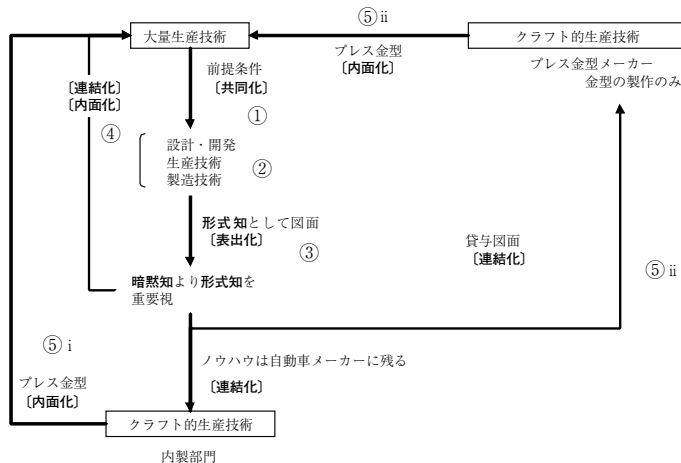
33) 大野耐一は，協力企業とトヨタ生産方式は運命共同体の関係としている(大野 [1978] pp.118)。

派遣や自社の技術部門を巻き込んだ営業展開により、トヨタ自動車の生産技術と製造技術から絶えず暗黙知と形式知を把握し、独自の知識創造を展開するための基礎を蓄積している。⑤：クラフト的生産技術の承認図面の展開は2つあり、⑤ i：生産技術へはクラフト的生産技術内の知識創造により生み出された最高の技術が内面化された図面が提供できる。すなわち、最高最適化されているということである。⑤ ii：製造技術へはクラフト的生産技術内の知識創造により最善の技術が内面化された図面が提供できる。最善の技術とは製造技術だけに最高最適化しているからである。

4) 欧米自動車メーカーにおける知識創造

この知識創造における大量生産技術とクラフト的生産技術の構成は、大量生産技術はトヨタ自動車と同様に設計開発・生産技術・製造技術で構成され、クラフト的生産技術は欧米自動車メーカーの内製部門とプレス金型メーカーによって構成されている。

図 4-4 欧米自動車メーカーにおける知識創造



出所：筆者作成

参考：野中，竹内著，梅本訳 [1996]。

マイケル・J・ピオリ，チャールズ・F・セーブル著，山之，永島，石田訳 [1993]。

図 4-4 の欧米自動車メーカーにおける知識創造について述べる。①：欧米自動車メーカーにおける大量生産技術の前提条件は大量生産方式である。しかし、トヨタ自動車が欧米自動車メーカーの生産方式を基本として独自のトヨタ生産方式を創造したように、欧米自動車メーカーは自らの生産方式を基本とし、トヨタ生産方式に衝撃を受け現在の生産方式は変化してきている。②：大量生産技術は、設計開発・生産技術・製造技術の3つの基本組織により構成されている。③：新型車のプレス金型をはじめとする生産設備の製作時

に形式知³⁴⁾の表出化がおこなわれ、プレス金型の図面などが作成されることにより達成される。④：トヨタ自動車では存在が許される暗黙知³⁵⁾はこのプロセスで暗黙知より形式知が重要視されるために存在しなくなり、自動車メーカー内で形式知の内面化・連結化がおこなわれることになり、自動車メーカー内に認識されたすべてのノウハウが残る。⑤：クラフト的生産技術へのプロセスは2つ存在する。⑤ i：クラフト的生産技術が自動車メーカーの内製部門の場合、形式知が表出した図面どおりにプレス金型を製作し、形式知の連結をおこないプレス金型に形式知が内面化される。⑤ ii：クラフト的生産技術がプレス金型メーカーの場合、形式知が表出化した図面が貸与図面として活用されプレス金型メーカーは貸与図面どおりのプレス金型を製作すれば形式知の連結化がおこなわれたことになり、欧米自動車メーカーの知識創造のなかには存在していないのである。

以上の4つの知識創造プロセスの分析により、生産技術の存在意義とその有効性は図4-5のようになると考えられる。

図4-5 生産技術の存在意義と有効性

	有機的な結びつき	知識創造プロセス
トヨタ	形式知・暗黙知 大量生産技術 クラフト的生産技術 機能する	クラフト的生産技術 (プレス金型メーカー) 内製部門の存在 承認図面方式
欧米	形式知・暗黙知 大量生産技術 クラフト的生産技術 機能しない	クラフト的生産技術 (プレス金型メーカー) 外製部門の存在 貸与図面方式

出所：筆者作成

生産技術の存在意義と有効性は、知識創造におけるトヨタ自動車と欧米自動車メーカーの比較では有機的な結びつきの面と知識創造プロセスの面において大きな差異がみることができる。

有機的な結びつきの面では、トヨタ自動車では暗黙知と形式知は大量生産技術とクラフト的生産技術において、生産技術により有機的な結びつきの機能をしている。その反対に、欧米自動車メーカーでは暗黙知と形式知は大量生産技術とクラフト的生産技術において、有機的な結びつきの機能はしていない。

34) この形式知の具体的なものは、工程や公差、精度などである。

35) 先の形式知である工程や公差、精度を達成するために存在する。生産技術規格に記載されていない手法である。

知識創造プロセスでは、トヨタ自動車ではクラフト的生産技術であるプレス金型メーカーを知識創造に組み込むことにより、内製部門的存在として暗黙知や形式知を有機的に結びつかせることにより、日本的経営の特徴であった承認図面方式の有効性をさらに進化させている。すなわち、現在における承認図面方式は知識創造型承認図面方式に進化しているといえるのである。反対に欧米自動車メーカーではクラフト的生産技術であるプレス金型メーカーは、あくまでも知識創造の外であり外製部門的存在であるため貸与図面方式が有効であるということである。

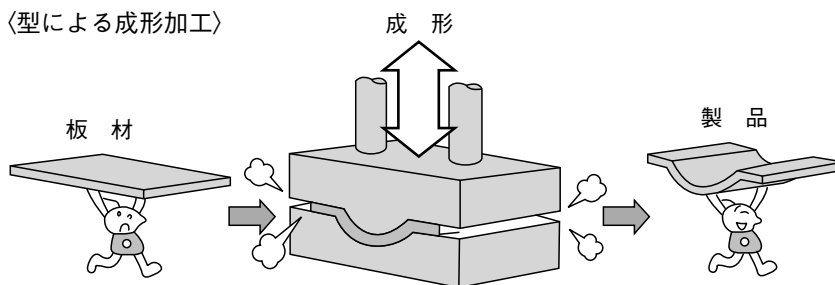
これらの示すことは、生産技術が知識創造において暗黙知や形式知を大量生産技術とクラフト的生産技術を有機的に結びつける機能を果たすことにより、生産技術の存在意義とその有効性を明確にしていることだといえるのである。

5. プレス金型における事例

このプレス金型における事例とは、生産技術によるイノベーションであり3) クラフト的生産技術における知識創造における生産技術とプレス金型メーカー、試作メーカーによりおこなわれたものを紹介する。その事例として、パイプ液封成形技術とコンパクトハイドロフォームの開発の2つについて述べる。

通常のプレス金型は、図5-1のようにある板状の材料を必要とする製品の形状にするため、上下に組み合わされた雄型と雌型にその材料を挟み込み、その雄型と雌型が組み合わされたときに必要とする形状に成形することができる。

図5-1 プレス金型によるプレス成形



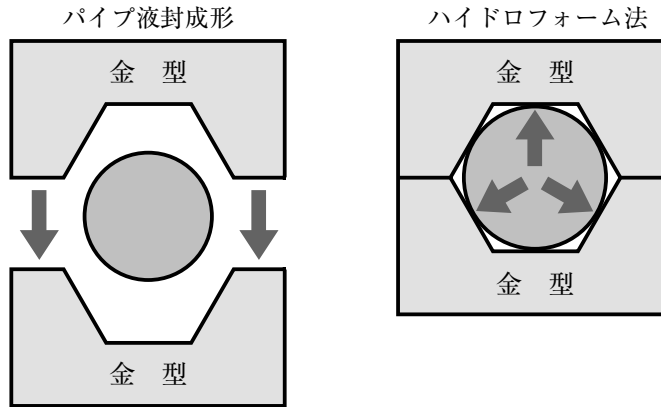
出所：吉田弘美 [2004] p.14。

しかし、このようにプレス金型によりつくられた製品および部品はあくまでも板状であるため、自動車のような箱状のものにするには、これらを何枚も組み合わせて溶接して結合させることにより形づくられ必要な強度をもつことができる。そのため、それなりのプ

レス金型の数やプレス工程が必要になり、これらの問題を解決するために生産技術により考案されたのが、パイプ液封成形技術とコンパクトハイドロフォームの開発なのである。

パイプ液封成形技術とハイドロフォーム法の特徴について図5-2を参考に説明をする。

図5-2 2つの事例の特徴



出所：筆者作成

参考：草野，上野 [2005] pp.64-65。

平松，石原，門間，波江野本多，佐藤 [2005] pp.1147-1150。

パイプ液封成形技術は自動車用薄鋼板の代わりにパイプ材に従来のようにプレス金型によりプレス成形をおこなうのであるが、パイプ材のなかに液体を注入し、その内圧とプレス成形の力を利用してパイプ材を成形する技術である。ハイドロフォーム法の基本は金型のなかにパイプ材を挿入し、そして金型を閉じた状態にしてパイプ材のなかに液体を注入して圧力をかけ、拡管させて成形する技術である。

パイプ液封成形技術はトヨタ自動車と、そのプレス金型メーカーであり設備メーカーでもある大豊精機により開発されたものである³⁶⁾。

通常、自動車の足回り部品やフレーム部品は、プレス金型によりプレス成形された板状の部品を組み合わせ溶接することにより、必要な強度を確保することができる。その構造は、パイプ材と同様の閉断面構造にするのである。このようにするにはそれ相応のプレス金型の数やプレス工程が必要であった。その解決策としてハイドロフォーム法があったが、拡管して成形するためパイプ材の板厚が変化してしまうという周長変化率や、大掛かりな設備が問題であった。また、既存のプレス金型を使いパイプ材をプレス成形すると、変形や座屈を発生させてしまうという問題もあった。

36) 大豊精機ホームページ (<http://www.tsk.taihonet.co.jp>, 検査日：2007.1.27.) 会社概要・沿革

これらの問題や既存の技術の長所を活かしたものが、パイプ液封成形技術であった。その原理は、パイプ材に内圧をかけることにより変形や座屈をなくし、プレス金型でプレス成形をするというものである。そして、プレス成形の力をパイプ材の内圧発生源にして変形や座屈をしない程度に圧力を保持し、その圧力を一定にするため自動的に排水をさせながら成形をおこなう。この結果パイプ材は拡張しないため、その特徴を活かし自動車部品に求められる強度や品質を確保できるようになり、ハイドロフォーム法と棲み分けができるようになっている。

図5-3はパイプ液封成形技術の成果をまとめたものである。

図5-3 パイプ液封成形技術の成果

	ワーク材	加工法	課題	開発成果																				
自動車 足回り部品 フレーム部品 強度を確保する 必要がある	パネル	プレスしたパネルを溶接し、組み合わせて閉断面構造にする	金型数、工程が多い	①パイプの内側に圧力をかけることにより、変形や座屈を抑制 ②プレス成形力を内圧発生源にすることによりコンパクト化が可能 ③パイプをハイドロフォームのように拡張せず成形するため、周長変化がほとんどない																				
	パイプ (初めから閉断面)	プレス加工	変形や座屈の発生																					
		ハイドロフォーミング法	大規模な設備																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">成果</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">足回り部品フロントアーム</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">従来</td> <td style="text-align: center;">プレス26工程</td> <td style="text-align: center;">溶接</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">5工程</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">液封</td> <td style="text-align: center;">プレス4工程</td> <td style="text-align: center;">溶接</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">4工程</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"> <ul style="list-style-type: none"> ・工程 75%短縮 ・ラインスペース 約73%省スペース化 </td> </tr> </table>					成果	足回り部品フロントアーム				従来	プレス26工程	溶接	5工程		液封	プレス4工程	溶接	4工程			<ul style="list-style-type: none"> ・工程 75%短縮 ・ラインスペース 約73%省スペース化 			
成果	足回り部品フロントアーム																							
従来	プレス26工程	溶接	5工程																					
液封	プレス4工程	溶接	4工程																					
	<ul style="list-style-type: none"> ・工程 75%短縮 ・ラインスペース 約73%省スペース化 																							

出所：筆者作成

参考：草野，上野 [2005] pp.64-65。

コンパクトハイドロフォームの開発はトヨタ自動車と新日本製鐵，大豊精機，太平工業によりおこなわれたものである³⁷⁾。

ハイドロフォーム法は、パイプ液封成形技術でも述べたように非常に大掛かりな設備が問題であった。それは専用の高棟工場が必要であり、高額な設備であることが解決すべき問題であった。その反面、その成形の特徴によるメリットと課題となるデメリットも存在していた。

図5-4はコンパクトハイドロフォームの開発による成果をまとめたものである。

37) トヨタ自動車ホームページ (<http://www.toyota.co.jp>, 検索日：2001.12.18.) ニュースリリース

図5-4 コンパクトハイドロフォームの成果

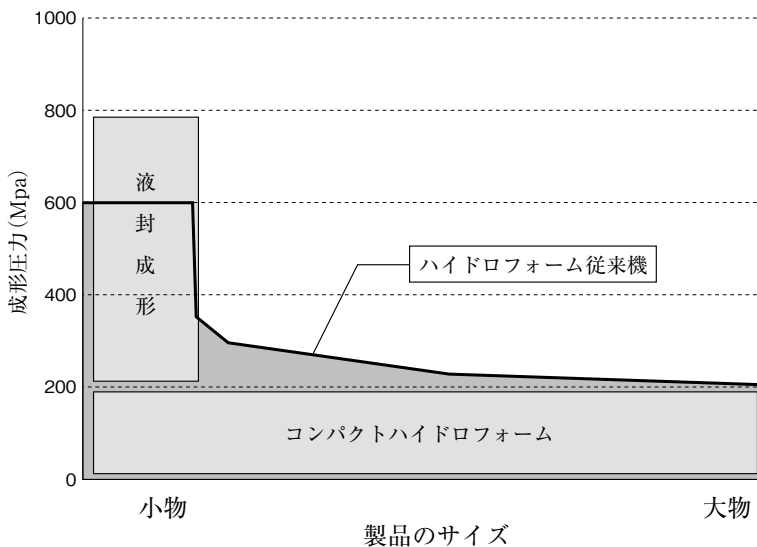
	メリット	課題	開発目標	開発成果
コスト	複数部品の一体化 型数削減, 溶接長削減	素材費・設備費 稼働費が高い	・組立工場 内に設備 可能なコ ンパクト 化	①コンパクト化 1) 従来機の機能分割・整理 (掛け算から足し算へ) 2) 積層C型フレーム構造 3) セルフロック機構
軽量化	加工硬化による薄肉化 一体化による薄肉高剛性	差厚不得意 (板厚均一化)		
精度 構造	スプリングバック抑制 溶接ひずみ低減 (アルミ・ハイテン等 の難成形材料)	肉付け部品不可 断面急変不可	・専用償却 可能な低 価格化	②コンパクト化による省エネ 化
その他 生産性	パネル合わせ簡略 (グローバル少量生産)	加工スピード遅 い 物流効率悪化		

成果	従来機比
	<ul style="list-style-type: none"> ・コンパクト化 1/10 (設備容積比) 地上6階 地下2階 ⇒ 地上2.4m (床置き) ・省エネ化 1/10 (消費エネルギー) ・低価格化 1/2 (設備比)

出所：筆者作成

参考：平松, 石原, 門間, 波江野, 本多, 佐藤 [2005] pp.1147-1150。

図5-5 事例による適用範囲の革新



出所：筆者作成

参考：草野, 上野 [2005] pp.64-65。

平松, 石原, 門間, 波江野, 本多, 佐藤 [2005] pp.1147-1150。

これまでに述べたパイプ液封成形技術とコンパクトハイドロフォームの開発の特徴は、開発にあたって課題を開発目標とし、さまざまな開発成果をあげることにより、最終的に従来と比較すると大きな成果を達成しているということである。

また、この成果は図5-5に示す適応範囲の革新もおこなわれたのである。それは従来のハイドロフォーム法のほぼ全域を補うだけでなく、その適応範囲までも革新したのである。

これにより大豊精機は2年連続でトヨタ自動車より技術開発賞を受賞し³⁸⁾、パイプ液封成形技術による部品のアクスルビームは、トヨタ自動車の設計開発にまで影響を与え2006年にエスティマに採用された³⁹⁾。さらにプレス金型および設備メーカーから、自動車部品メーカーとして事業を多角化することもできたのである。

この事例の裏には、このほかにプレス金型の構造の変化や製作方法の革新などのたくさんの対応があったといえる。だが、この成果の特徴はクラフト的生产技術における知識創造のなかで、生産技術とプレス金型メーカー、試作メーカーの間でおこなわれた1つのイノベーションであるといえ、トヨタ生産方式における知識創造と生産技術、さらに生産技術の存在意義とその有効性を具体的に示したものであるといえるのである。

6. 知識創造と生産技術の発展

これまでに起こった生産技術の歴史的変遷や位置づけ、知識創造プロセスによる分析によって、生産技術の存在意義とその有効性は明らかにしてきた。

ここでは現在に至るまでに存在するトヨタ自動車およびトヨタ生産方式における生産技術を、これまでにあげた数々の事例があるように多くの経験を積み重ねられた歴史に注目しより深い分析をしていく。その分析は、知識・技術習得の連続性⁴⁰⁾に歴史的な経験の事例を組み合わせ検証をおこなっていくものである。図6-1に知識・技術習得の連続性を示す。

図6-1は、知識創造に至るまでの暗黙知と形式知の存在と、その受け入れの基盤となるレセプター（受容体）の形成、経験知および信念の蓄積・破壊・再構築⁴¹⁾という暗黙

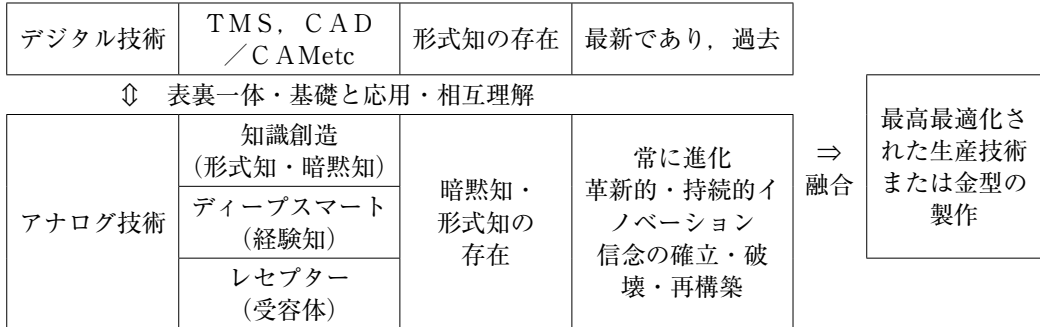
38) 大豊精機ホームページ (<http://www.tsk.taihonet.co.jp>, 検索日: 2007.1.27.) 2002年「スーパーハイドロフォーム成形機」, 2003年「パイプ液封成形技術」

39) 大豊精機ホームページ (<http://www.tsk.taihonet.co.jp>, 検索日: 2007.1.27.) 会社概要・沿革

40) 村瀬, 出水 [2007] pp.53-91にも具体的な事例を掲載されている。

41) より詳しくは、ドロシー・レナード／ウォルター・スワップ著 池村訳 [2005] を参照にいただきたい。

図6-1 技術習得の連続性関連図



出所：筆者作成

参考：クレイトン・クリステンセン著，玉田監訳，伊豆訳 [2001]。
 ドロシー・レナード，ウォルター・スワップ著，池村訳 [2005]。
 野中，竹内著，梅本訳 [1996]。

知と形式知へ至る過程を示し，それらをさらにアナログ技術とデジタル技術に分けてその関連もあらわしたものである。すなわち，これを用いた分析方法とはトヨタ自動車という企業の発展における初期のレセプター（受容体）の誕生，その後の経験によって誕生する経験知により信念の確立がされ，また新たな経験によりその信念が破壊・再構築され，それらが総合的に暗黙知・形式知による知識創造によってなされる生産技術の歴史的発展を検証していくものである。

これを応用してトヨタ自動車の生産技術の歴史的変遷をアナログ技術として位置づけ，その歴史において体系化され，形式知ともいえる生産技術の組織編成やトヨタ生産技術規格などをデジタル技術として位置づけ，トヨタ自動車およびトヨタ生産方式における生産技術の発展を分析しようとする試みである。とくに，デジタル技術の前提，すなわち時代ごとに発展形成されていき体系化される生産技術の前段階にあたるアナログ技術の部分を，重点的に分析をおこなっていく。

具体的には，生産技術の時期区分である技術導入期・技術模索期・技術均衡期・技術競争期に代表される事例をあげながら考察をおこなっていくべきであるが，紙面上の都合もありここでは技術導入期の事例について述べていくこととする。

技術導入期は，先述したように生産技術と製造技術を明確に分けられておらず，自動車を“つくる”ことが第一の使命であった。それらを物語るものとして，自動車用鋼板の事例を示す。

その事例とはトヨタ自動車が，その前身である豊田自動織機自動車部およびトヨタ自動車工業として自動車の生産に猛進していた当時のことである。そのころ自動車用薄鋼板は外国のメーカーのものが良好であったが，国内のメーカーのものは芳しいものではなかつ

た。そのため、東京帝国大学の三島徳七博士から教授してもらいながら、同時にプレス金型の製作に勤しむという状況であった。最終的に、アメリカから輸入することになるが、一概に自動車用薄鋼板といっても用途により材質が違うということがわかったのである。そして、アームコ社に自動車用薄鋼板を注文したところ、その確認のなかでフェンダーなどは深絞りのできるものであり、ドアなどは張りの強いものといったものがあるということであった⁴²⁾。その後、国内のメーカーと協力して研究にあたり国産化に成功し、1947年に深絞り性について研究し成果をあげたのであった⁴³⁾。

この事例に示されていることは、生産技術と製造技術の区別のない技術導入期では、まず自動車を生産すること自体が未経験であるということであり、そのような状況のなかでの知識・技術習得であったといえるのである。すなわち、自動車を“つくる”そして生産するというこのために、あらゆる自動車の知識、つまり生産技術や製造技術の区別なしに受け入れるためのレセプター（受容体）をつくりあげたといえるのである。

そして、自動車用薄鋼板やプレス金型の関する知識を吸収していくなか、国産の自動車用薄鋼板の未熟さのために輸入せざるをえなくなり、その調達により自動車用薄鋼板の実態を知ることになるという経験をしたのである。このことは、これらの経験の蓄積は小さいながらも深遠の確率・破壊・再構築を少なからずおこなったといえるのである。

また、同時に進められていたプレス金型の製作においても同様の経験をしたことは、創造できる範囲内といえる。

7. おわりに

以上、本研究はトヨタ生産方式の発展の歴史を生産技術の面より研究をしたものである。生産技術の認識は、経営史のトヨタ生産方式を含めたトヨタ自動車の研究のなかで歴史的にその位置づけが発展的に変化してきたと考えられるからである。つまり、時代背景による経営方針、時代に要求される自動車技術や生産システムなどの開発や生産方式といったものは、認識しやすかったうえに研究対象として十分すぎるものであったと考えられる。しかし、自動車技術や生産システムにおける要求を具体的に量産化する技術である生産技術については、工学的な技術的要素などがありこれらが認識への障壁になったと考えられるのである。したがって、本研究ではこれらの技術的要素である塑性技術、特殊鋼、切削

42) トヨタ自動車工業 [1978] pp.60。

43) トヨタ自動車工業 [1958] pp.253。

工具などを理解したうえで分析をおこなった。また、生産技術の存在意義をより明確に比較するために知識創造による分析もおこない、これらの分析を社史における組織と技術の流れの分析に加えることにより、生産技術の存在意義とその有効性を明らかにしていった。

今後の課題としてはいくつかあげることができる。まず、トヨタ生産方式における生産技術の歴史的展開を、さらに具体性をもった展開の研究にしていくこと。その具体性として知識創造や知識・技術習得の連続性などを加味し、それによる歴史的発展の形態を明らかにしていくこと。また、歴史的展開の事例を多く取り上げることによって、より具体的な歴史観の展開をおこなうことである。さらに、自動車メーカーの他社との歴史的比較をおこない、その生産技術の発展形態や特徴の分析などをおこなうことである。

本研究は筆者の経験をもとに、諸先輩方の研究を参考に作成したものである。それは実証研究と学説を融合させ、さらに経営史における技術の流れの重要性を明らかにし、技術経営史ともいえるものになればという願いでもあった。また、筆者自身が文科系の学部卒業後、社会人として工業製品の営業した立場から技術的な要素の理解との乖離の大きさを痛感したものであった。この工業製品とは一般的に我々が眼にする自動車や家電製品などではなく鉄鋼製品、プレス金型といった“ものづくりのためのものづくり”であり、つまり生産技術の域に属するものであったため、生産技術の歴史を研究する必要性を感じ、それを経営史に融合させることを目指したのであった。とくに実践的な試みとして、筆者自身が(有)FITの星野氏の協力のもと切削工具をつくったことは、生産技術の歴史的発展と知識・技術習得の連続性における表裏一体・基礎と応用・相互理解の基礎となった。この執筆には、現在、博士後期課程においてご教授いただいている大阪産業大学の出水力先生のご指導、また大学時代の恩師でもあり修士課程でもお世話になった名古屋学院大学の名城邦夫先生には、研究内容の構成の評価をしていただいた。さらに下川浩一先生には、実証研究の重要性を教えていただいた。そのほか、多くの先生方の助言をいただいた。

本原稿を執筆にあたって、さまざまな出会いや経験などをさせていただいたすべての方々に心から敬意、感謝していることをここに記しておきたい。

参考文献

- Clayton, Christensen M., [1997], *The innovator's dilemma* Harvard Business School Press, Boston (玉田俊平太監訳、伊豆原弓訳 [2001] 『イノベーションのジレンマ 増補改訂版』翔泳社。
- Leonard, Dorothy, Swap, Walter., [2005], *Deep Smarts*, Harvard Business School Press, Boston (池村千秋訳 [2005] 『「経験知」を伝える技術—ディープスマートの本質』ランダムハウス

講談社）。

- Piore, Michael J., Sabel, Charles F., [1984], *The second industrial divide*, Basic Book, New York（山之内靖／永易浩一／石田あつみ訳 [1993]『第2の産業分水嶺』筑摩書房）。
- 井川正治 [2006]「グローバル化に向けたトヨタの生産技術革新」,『先端技術フォーラム2006名古屋』講演聞き取り資料（11月17日）。
- 大野耐一 [1978]『トヨタ生産方式』ダイヤモンド社。
- 大野耐一 [2001]『新装版 大野耐一の現場経営』日本能率マネジメントセンター。
- 小川英次 [1994]『トヨタ生産方式の研究』日本経済新聞社。
- 草野明浩, 上野行一 [2005]「パイプ液封成形技術の開発」,『型技術』第20巻第15号, 日刊工業新聞社, pp.64-65。
- 楠兼敬 [2004]『挑戦 飛躍 トヨタ北米事業立ち上げの「現場」』中部経済新聞社。
- 佐武弘章 [1998]『トヨタ生産方式の生成・発展・変容』東洋経済新報社。
- 下川浩一, 藤本隆宏 [2001]『トヨタシステムの原点』文眞堂。
- トヨタ自動車工業 [1958]『トヨタ自動車20年史』。
- トヨタ自動車工業 [1967]『トヨタ自動車30年史』。
- トヨタ自動車工業 [1978]『トヨタのあゆみ』。
- トヨタ自動車 [1987]『創造限りなく トヨタ自動車50年史』。
- トヨタ自動車 [2001]『トヨタをつくった技術者たち』。
- 日本能率協会, 門田安弘 [1986]『新版・トヨタの現場管理』日本能率マネジメントセンター。
- 日本能率コンサルティング生産技術管理研究会編 [1999]『新版 生産技術業務機能強化マニュアル』日本能率協会マネジメントセンター。
- 野中郁次郎, 竹内弘高著, 梅本勝博訳 [1996]『知識創造企業』東洋経済新報社。
- 日野三十四 [2002]『トヨタ経営システムの研究』ダイヤモンド社。
- 平松浩一, 石原貞男, 門間義明, 波江野勉, 本多修, 佐藤浩一 [2005]「画期的にコンパクトなハイドロフフォーム成形機の開発」,『塑性と加工』第46巻第539号, 日本塑性加工学会 pp.1147-1150。
- 藤本隆宏『能力構築競争』[2003] 中央公論社。
- 村瀬眞澄, 出水力 [2007]「本田生産技術（中国）有限公司の現状と将来性」,『大阪産業大学経営論集』第8巻第2号, 53～91頁。
- 吉田弘美 [2004]『よくわかる金型のできるまで』日刊工業新聞社。
- 若山滋 [2005]『大野耐一 工人たちの武士道』日本経済新聞社。
- 大豊精機ホームページ (<http://www.tsk.taihonet.co.jp>, 検索日: 2007年11月27日)。
- トヨタ自動車ホームページ (<http://www.toyota.co.jp>, 検索日: 2001年12月18日)。